



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 198 50 460 A 1**

(51) Int. Cl. 6:
G 01 R 33/09

DE 198 50 460 A 1

(21) Aktenzeichen: 198 50 460.8
(22) Anmeldetag: 2. 11. 98
(23) Offenlegungstag: 28. 10. 99

(30) Unionspriorität:
10-109818 20. 04. 98 JP
(71) Anmelder:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP
(74) Vertreter:
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

(72) Erfinder:
Yokotani, Masahiro, Tokio/Tokyo, JP; Hatazawa,
Yasuyoshi, Tokio/Tokyo, JP; Shinjo, Izuru,
Tokio/Tokyo, JP; Nada, Takuji, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Magnetfelddetektor
(57) Es wird ein Magnetfelddetektor mit einer Stromeinschaltzustandsfunktion beschrieben, der im wesentlichen die Temperaturabhängigkeit eines Magnetfeldmeßgerätes ausschalten kann, und die Genauigkeit in bezug auf die Feststellung der Flanken abwechselnd vorspringender und zurückspringender Abschnitte eines beweglichen Teils aus magnetischem Material verbessern kann. Der Magnetfelddetektor weist einen Magneten zur Erzeugung eines Magnetfeldes auf, ein Dreiteil aus magnetischem Material, welches in einem vorbestimmten Spaltabstand gegenüber dem Magneten angeordnet ist, und abwechselnd vorspringende und zurückspringende Abschnitte aufweist, durch welche das Magnetfeld geändert wird, das von dem Magneten erzeugt wird, sowie ein Magneto-widerstandsgerät, welches mehrere Magnetfeldmeßelemente aufweist, und Änderungen des Magnetfelds infolge der Bewegung des Drehteils aus magnetischem Material feststellt. Der magnetische Fluß kreuzt die mehreren Magnetfeldmeßelemente in einem ersten vorbestimmten Winkel, wenn der zurückspringende Abschnitt des beweglichen Teils aus magnetischem Material dem Magnetfeld des Geräts gegenüberliegt, und der magnetische Fluß kreuzt die mehreren Magnetfeldmeßelemente in einem zweiten vorbestimmten Winkel, wenn der vorspringende Abschnitt des beweglichen Materials aus magnetischem Material dem Magnetfeldmeßgerät gegenüberliegt. Der erste und zweite vorbestimmte Winkel sind symmetrisch in bezug auf eine Richtung vertikal zu einer Ebene, in welcher die ...

DE 198 50 460 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Magnetfelddetektor zur Feststellung von Änderungen eines Magnetfeldes, die durch Bewegung eines beweglichen Teils aus magnetischem Material hervorgerufen werden, und betrifft insbesondere einen Magnetfelddetektor, der abwechselnd vorspringende und zurückspringende Abschnitte eines beweglichen Teils aus magnetischem Material in einem Stromeinschaltzustand feststellen kann (nachstehend als Stromeinschaltzustandsfunktion bezeichnet).

Es ist bereits die Vorgehensweise bekannt, dadurch Änderungen eines Magnetfeldes festzustellen, daß man Elektroden an beiden Enden einer magnetisch empfindlichen Oberfläche jedes Magnetfeldmeßgerätes verwendet (bei der vorliegenden Beschreibung werden Magnetowiderstandsgeräte verwendet), um eine Brückenschaltung aufzubauen, eine Konstantspannungs- und Konstantstromquelle zwischen die beiden gegenüberliegenden Elektroden der Brückenschaltung geschaltet wird, um Änderungen des Widerstandswerts des Magnetfeldmeßgerätes in Spannungsänderungen umzuwandeln, und Änderungen des Magnetfeldes, welches auf die Magnetfeldmeßgeräte einwirkt, auf der Grundlage der Spannungsänderungen festgestellt werden.

Fig. 14 zeigt das Schaltbild einer Ausbildung einer Verarbeitungsschaltung bei einem derartigen Sensor, bei welchem übliche Magnetfeldmeßgeräte verwendet werden.

In Fig. 14 weist eine Wheatstone-Brückenschaltung 1 Magnetfeldmeßgeräte oder Widerstände RA, RB, RC und RC auf, die zumindest ein oder mehrere Magnetfeldmeßgeräte bilden. Eingangsklemmen einer Differenzverstärkerschaltung 2 sind an einem mittleren Verbindungsplatz 4 zwischen RA, RB und an einem mittleren Verbindungsplatz 5 zwischen RC, RD angeschlossen. Ein mittlerer Verbindungsplatz zwischen RA, RD ist mit einer Spannungsversorgungsquelle Vcc verbunden, und ein mittlerer Verbindungsplatz zwischen RB, RC ist an Masse GND angeschlossen. Ein Differenzverstärkerausgangssignal 8 von der Differenzverstärkerschaltung 2 wird einer Vergleichsschaltung 3 in einer nächsten Stufe zugeführt.

Bei der voranstehend geschilderten Schaltung ändern sich Widerstandswerte der Magnetfeldmeßgeräte entsprechend Änderungen des Magnetfeldes, welches auf die Widerstände RA, RB einwirkt, und die Spannung am mittleren Verbindungsplatz 4 zwischen RA, RB ändert sich entsprechend diesen Änderungen des angelegten Magnetfeldes. Die Spannung zwischen den mittleren Anschlußpunkten 4 und 5 wird durch die Differenzverstärkerschaltung 2 verstärkt, und ein endgültiges Ausgangssignal 9, welches den Pegel "0" oder "1" aufweist, wird von der Vergleichsschaltung 3 abgegeben.

Fig. 15 zeigt schematisch den Aufbau eines herkömmlichen Magnetfelddetektors.

In Fig. 15 weist der herkömmliche Magnetfelddetektor ein Drehteil aus magnetischem Material 10 auf, welches eine derartige Form aufweist, daß es ein Magnetfeld ändern kann, ein Magnetfeldmeßgerät 11, Magnetfeldmeßelemente 11a, 11b, einen Magneten 13, und eine Drehwelle 12. Wenn sich die Drehwelle 12 dreht, dreht sich das Drehteil aus magnetischem Material 10 synchron hierzu.

Das Teilungsabstandszentrum der Magnetfeldmeßelemente (Widerstände) 11a, 11b des Magnetfeldmeßgeräts 11 ist so angeordnet, daß es um ein vorbestimmtes Ausmaß gegenüber dem Zentrum des Magneten 13 versetzt angeordnet ist.

Bei dem voranstehend geschilderten Magnetfelddetektor ändert sich bei Drehung des Drehteils aus magnetischem Material 10 das auf die Widerstände 11a, 11b des Magnet-

feldmeßgeräts 11 einwirkende Magnetfeld, und ändert sich, wie beispielhaft in Fig. 11 dargestellt ist, das Differenzverstärkerausgangssignal 8 entsprechend der Form des Drehteils aus magnetischem Material 10. Dies führt dazu, daß bei der in Fig. 14 dargestellten Schaltung ein Signal erhalten werden kann, welches das endgültige Ausgangssignal 9 darstellt, und der Form des Drehteils aus magnetischem Material 10 entspricht.

Die Magnetschaltungsanordnung, die bei dem herkömmlichen Detektor verwendet wird, weist jedoch folgende Schwierigkeiten auf.

Wenn die Brückenschaltung aus Magnetfeldmeßgeräten und Festwiderständen aufgebaut wird, ist ein Unterschied zwischen deren Temperaturkoeffizienten vorhanden. Wenn die Brücke aus Magnetfeldmeßgeräten mit mehreren Elementen besteht, tritt ein Unterschied der Temperaturkoeffizienten infolge eines unterschiedlichen Magnetfeldes auf, welches auf die Elemente einwirkt. Infolge dieses Unterschieds in bezug auf die Temperaturkoeffizienten zeigen, wie in Fig. 17 dargestellt ist, das Differenzverstärkerausgangssignal 8 (Zimmer) bei Zimmertemperatur und das Differenzverstärkerausgangssignal 8 (heiß) bei hoher Temperatur eine Temperaturcharakteristik, die von Änderungen des angelegten Magnetfeldes abhängt. Dies führt zu einer starken Abweichung in bezug auf die Genauigkeit der Feststellung der Flanken der abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitte des Drehteils aus magnetischem Material.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Magnetfelddetektors mit einer Stromeinschaltzustandsfunktion, der im wesentlichen die Temperaturcharakteristik eines Magnetfeldmeßgerätes ausschalten kann, und die Temperaturcharakteristik der Genauigkeit der Feststellung der Flanken abwechselnd vorspringender und zurückspringender Abschnitte eines beweglichen Teils aus magnetischem Material verbessern kann.

Ein Magnetfelddetektor gemäß einer ersten Zielrichtung der vorliegenden Erfindung weist eine Magnetfelderzeugungsvorrichtung zur Erzeugung eines Magnetfeldes auf, ein bewegliches Teil aus magnetischem Material, welches in einem vorbestimmten Spaltabstand in bezug auf die Magnetfelderzeugungsvorrichtung angeordnet ist, und abwechselnd vorspringende und zurückspringende Abschnitte aufweist, so daß sich das Magnetfeld entsprechend ändert, welches von der Magnetfelderzeugungsvorrichtung hervorgerufen wird, und ein Magnetfeldmeßgerät mit mehreren Magnetfeldmeßelementen, welches Änderungen des Magnetfeldes infolge der Bewegung des beweglichen Teils aus magnetischem Material feststellt, wobei der magnetische Fluß die mehreren Magnetfeldmeßelemente in einem ersten vorbestimmten Winkel kreuzt, wenn der zurückspringende Abschnitt des beweglichen Teils des magnetischen Materials dem Magnetfeldmeßgerät gegenüber liegt, der magnetische Fluß die mehreren Magnetfeldmeßelemente in einem zweiten vorbestimmten Winkel kreuzt, wenn der vorspringende Abschnitt des beweglichen Teils aus magnetischem Material dem Magnetfeldmeßgerät gegenüber liegt, und der erste und zweite vorbestimmte Winkel symmetrisch in bezug auf die Richtung vertikal zu einer Ebene verlaufen, in welcher die mehreren Magnetfeldmeßelemente angeordnet sind.

Bei einem Magnetfelddetektor gemäß einer zweiten Zielrichtung der vorliegenden Erfindung ist zusätzlich zu den Merkmalen der ersten Zielrichtung vorgesehen, daß die Magnetfelderzeugungsvorrichtung, die in der Richtung gegenüberliegend zu den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitten des beweglichen Teils aus magnetischem Material angeordnet ist, in der Richtung des Gegeüberliegens magnetisiert ist, und daß das Magnetfeld-

meßgerät so angeordnet ist, daß es parallel zur Richtung des Gegenüberliegends verläuft.

Bei einem Magnetfelddetektor gemäß einer dritten Zielrichtung der vorliegenden Erfindung ist zusätzlich zu den Merkmalen der ersten Zielrichtung vorgesehen, daß die Magnetfelderzeugungsvorrichtung, die in der Richtung gegenüberliegend zu den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitten des beweglichen Teils aus magnetischem Material angeordnet ist, vertikal zur Richtung des Gegenüberliegends magnetisiert ist, und daß das Magnetfeldmeßgerät so angeordnet ist, daß es parallel zur Richtung des Gegenüberliegends liegt.

Bei einem Magnetfelddetektor gemäß einer vierten Zielrichtung der vorliegenden Erfindung ist zusätzlich zu den Merkmalen der zweiten Zielrichtung vorgesehen, daß das Teilungsabstandszentrum der mehreren Magnetfeldmeßelemente des Magnetfeldmeßgerätes im wesentlichen zum Ende der Magnetfelderzeugungsvorrichtung näher an dem beweglichen Teil aus magnetischem Material ausgerichtet ist.

Bei einem Magnetfelddetektor gemäß einer fünften Zielrichtung der vorliegenden Erfindung ist zusätzlich zu den Merkmalen der ersten Zielrichtung vorgesehen, daß ein GMR-Gerät (Riesenmagnetowiderstandsgerät) als das Magnetfeldmeßgerät verwendet wird.

Bei einem Magnetfelddetektor gemäß einer sechsten Zielrichtung der vorliegenden Erfindung ist zusätzlich zu den Merkmalen der fünften Zielrichtung vorgesehen, daß ein Magnetowiderstandsmuster des Magnetfeldmeßgeräts so ausgebildet ist, daß es vertikal zur Richtung des Gegenüberliegends der Magnetfelderzeugungsvorrichtung in bezug auf das bewegliche Teil aus magnetischem Material verläuft.

Bei einem Magnetfelddetektor gemäß einer siebten Zielrichtung der vorliegenden Erfindung ist zusätzlich zu den Merkmalen der fünften Zielrichtung vorgesehen, daß ein Magnetowiderstandsmuster des Magnetfeldmeßgeräts so ausgebildet ist, daß es in der Richtung des Gegenüberliegends der Magnetfelderzeugungsvorrichtung in bezug auf das bewegliche Teil aus magnetischem Material verläuft.

Bei einem Magnetfelddetektor gemäß einer acht Zielrichtung der vorliegenden Erfindung ist zusätzlich zu den Merkmalen der ersten Zielrichtung vorgesehen, daß das bewegliche Teil aus magnetischem Material ein Drehteil aus magnetischem Material ist, welches sich synchron mit einer Drehwelle dreht.

Die Erfindung wird nachstehend anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, aus welchen weitere Vorteile und Merkmale hervorgehen. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Ansicht des Aufbaus eines Magnetfelddetektors gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine erläuternde Darstellung der Änderung eines Magnetfeldvektors bei der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 ein Zeitablaufdiagramm von Ausgangssignalen bei der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 ein Diagramm zur Erläuterung des Betriebsablaufs bei der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Magnetfelddetektors gemäß Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Magnetfelddetektors gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 ein Diagramm mit einer Darstellung der MR-Charakteristik (Magnetowiderstandscharakteristik) eines GMR-Geräts;

Fig. 8 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der

Musterausbildung eines Magnetfeldmeßelements in einem Magnetfelddetektor gemäß Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Musterausbildung von Magnetfeldmeßelementen bei dem Magnetfelddetektor gemäß Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 ein Diagramm zur Erläuterung der Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 11 ein Diagramm zur Erläuterung der Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 ein Diagramm mit einer Darstellung der MR-Charakteristik bei der Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 ein Diagramm mit einer Darstellung der MR-Charakteristik bei der Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung;

Fig. 14 ein Schaltbild der Ausbildung einer Verarbeitungsschaltung bei einem Sensor, der übliche Magnetfeldmeßgeräte verwendet;

Fig. 15 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines herkömmlichen Magnetfelddetektors;

Fig. 16 ein Zeitablaufdiagramm von Ausgangssignalen bei dem herkömmlichen Magnetfelddetektor; und

Fig. 17 ein Zeitablaufdiagramm von Ausgangssignalen bei dem herkömmlichen Magnetfelddetektor.

Ausführungsform 1

30 **Fig. 1** zeigt schematisch den Aufbau eines Magnetfelddetektors gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung.

Die Ausbildung einer Verarbeitungsschaltung bei dieser Ausführungsform kann ebenso getroffen werden, wie bei **35** dem voranstehend geschilderten herkömmlichen Fall gemäß Fig. 14. Die Magnetfeldmeßgeräte (Widerstände) RA, RB in Fig. 14 entsprechen den Magnetfeldmeßgeräten, die bei der vorliegenden Ausführungsform verwendet werden. Bei der folgenden Beschreibung dieser Ausführungsform wird **40** ein Magnetowiderstandsgerät als das Magnetfeldmeßgerät verwendet.

In Fig. 1 weist der Magnetfelddetektor ein Magnetowiderstandsgerät 24 auf, Magnetfeldmeßwiderstände (Elemente) 24a, 24b, welche im wesentlichen das Magnetowiderstandsgerät 24 bilden, und eine Brückenschaltung aufbauen, ein Drehteil aus magnetischem Material 25 als bewegliches Teil aus magnetischem Material, einen Magneten 26 als Magnetfelderzeugungsvorrichtung, und eine Drehwelle 27.

50 Der Magnet 26 ist in der Richtung gegenüberliegend zum Drehteil aus magnetischem Material 25 angeordnet, und ist in dieser Richtung magnetisiert. Das Magnetowiderstandsgerät 24 ist so angeordnet, daß es in der Magnetisierungsrichtung des Magneten 26 liegt, so daß ein Paar (oder zwei **55** Paare) von Magnetfeldmeßwiderständen parallel zueinander in der Magnetisierungsrichtung des Magneten 26 angeordnet ist, bzw. sind, und in bezug auf eine Linie ausgerichtet ist, bzw. sind, die in der Magnetisierungsrichtung verläuft. Das Drehteil aus magnetischem Material 25 ist so geformt,

60 daß es das Magnetfeld ändern kann, welches auf das Magnetowiderstandsgerät 24 einwirkt, und wird synchron zur Drehung der Drehwelle 27 gedreht.

Fig. 2 zeigt die Vektorrichtung eines Magnetfeldes, welches auf das Magnetowiderstandsgerät in der magnetischen Schaltung gemäß der vorliegenden Ausführungsform einwirkt.

Der magnetische Fluß kreuzt die Magnetfeldmeßwiderstände 24a, 24b in einem ersten vorbestimmten Winkel,

wenn der zurückspringende Abschnitt des Drehteils aus magnetischem Material 25 dem Magnetowiderstandgerät gegenüber liegt. Der magnetische Fluß kreuzt die Magnetfeldmeßwiderstände 24a, 24b in einem zweiten vorbestimmten Winkel, wenn der vorspringende Abschnitt des Drehteils aus magnetischem Material 25 dem Magnetowiderstandgerät 24 gegenüber liegt. Die Magnetfeldmeßwiderstände 24a, 24b sind so angeordnet, daß der erste und zweite vorbestimmte Winkel symmetrisch in bezug auf die Richtung vertikal zu einer Ebene verläuft, in welcher die Magnetfeldmeßwiderstände angeordnet sind.

Eine derartige Anordnung läßt sich dadurch erzielen, daß das Teilungsabstandszentrum der Magnetfeldmeßwiderstände 24a, 24b so angeordnet wird, daß es im wesentlichen zu jenem Ende des Magneten 26 ausgerichtet ist, welches näher an dem Drehteil aus magnetischem Material liegt. Unter Bezugnahme auf Fig. 3 wird nachstehend der Betriebsablauf des Magnetfelddetektors geschildert.

Änderungen der Widerstandswerte der Magnetfeldmeßwiderstände 24a, 24b, die durch Änderungen des Magnetfelds hervorgerufen werden, welche den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitten des Drehteils des magnetischen Materials 25 entsprechen, werden bei Zimmertemperatur durch R (Zimmer) bezeichnet, und bei hoher Temperatur durch R (heiß).

Das auf die Magnetfeldmeßwiderstände 24a, 24b einwirkende Magnetfeld wird symmetrisch geändert in Abhängigkeit von den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitten des Drehteils aus magnetischem Material 25, wie voranstehend unter Bezugnahme auf Fig. 2 geschildert wurde, und es ändern sich die Widerstandswerte der Magnetfeldmeßwiderstände 24a, 24b ebenfalls symmetrisch. Dies bedeutet, daß die Widerstandswerte der Magnetfeldmeßwiderstände 24a, 24b miteinander übereinstimmen, an jedem Punkt in bezug auf sowohl Raumtemperaturbedingungen als auch Bedingungen bei hoher Temperatur. Bei der Brückenschaltung, die durch die Magnetfeldmeßwiderstände 24a, 24b gebildet wird, kreuzen daher einander das Differenzverstärkerausgangssignal 8 (Zimmer) bei Zimmertemperatur und das Differenzverstärkerausgangssignal 8 (heiß) bei hoher Temperatur. Die Temperaturcharakteristik der Genauigkeit der Feststellung der Flanken der abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitte des Drehteils aus magnetischem Material 25 kann dadurch verbessert werden, daß ein Vergleichsspeigel Vref der Vergleichsschaltung 3 auf den Kreuzungspunkt der Temperaturcharakteristiklinien eingestellt wird, welche die Differenzverstärkerausgangssignale 8 darstellen, und es kann ein Signal erhalten werden, welches exakt den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitten des Drehteils aus magnetischem Material 25 entspricht, und welches die Stromeinschaltzustandsfunktion zur Verfügung stellen kann.

Fig. 4 zeigt die Beziehung zwischen Widerstandsänderungen und dem Widerstandstemperaturkoeffizienten in Bezug auf das Magnetfeld, welches an das Magnetowiderstandsgesetz angelegt wird. Wie aus Fig. 4 hervorgeht, weist das Magnetowiderstandsgesetz unterschiedliche Widerstandstemperaturkoeffizienten auf, in Abhängigkeit von seinem Widerstandswert, der sich entsprechend dem angelegten Magnetfeld ändert. Ein Paar von Magnetfeldmeßelementen wird daher so betrieben, während es Änderungen des Magnetfelds ausgesetzt ist, daß es Widerstandswerte und Temperaturkoeffizienten aufweist, die miteinander in symmetrischer Beziehung übereinstimmen, wodurch die Temperaturcharakteristik der Magnetfeldmeßelemente ausgeglichen wird, also die Temperaturcharakteristik des Magnetowiderstandsgesetzes ausgeschaltet wird.

Da wie voranstehend geschildert bei der vorliegenden Ausführungsform die Widerstandswerte und die Temperaturkoeffizienten des Paares der Magnetfeldmeßelemente, welche das Magnetfeldmeßgerät bilden, sich symmetrisch bei Änderungen des Magnetfelds entsprechend den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitt des Drehteils aus magnetischem Material ändern, ist es durch Aufbau einer Brückenschaltung mit einem Paar an Magnetfeldmeßelementen, oder einer Wheatstone-Brückenschaltung mit zwei Paaren an Magnetfeldmeßelementen möglich, die Temperaturcharakteristik des Magnetfeldmeßgerätes auszuschalten, so daß die Genauigkeit der Feststellung der Flanken der abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitte des Drehteils aus magnetischem Material verbessert wird, und die Stromeinschaltzustandsfunktion sichergestellt wird.

Da der Magnet und das Magnetfeldmeßgerät beide parallel zueinander in der Richtung gegenüberliegend den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitten des Drehteils aus magnetischem Material angeordnet sind, können darüber hinaus Leitungen weggelassen werden, die für die Verdrahtung erforderlich wären, oder können Biegearbeiten entfallen, die für das Einführen und der gleichen erforderlich wären, so daß der Herstellungswirkungsgrad verbessert werden kann.

Durch Einstellung des Teilungsabstandszentrums der Magnetfeldmeßwiderstände so, daß dieses im wesentlichen zu jenem Ende des Magneten ausgerichtet ist, das näher am Drehteil aus magnetischem Material liegt, können die Magnetfeldmeßwiderstände auf sichere Weise so angeordnet werden, daß der erste und zweite vorbestimmte Winkel symmetrisch in bezug auf die Richtung vertikal zu jener Ebene verläuft, in welcher die Magnetfeldmeßwiderstände angeordnet sind.

Ausführungsform 2

Fig. 5 zeigt schematisch den Aufbau eines Magnetfelddetektors gemäß Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung.

Die Ausführungsform 2 entspricht im wesentlichen der voranstehenden Ausführungsform 1, jedoch mit der Ausnahme, daß der Magnet 26 einschließlich des Magnetowiderstandsgesetzes 24, die in Fig. 1 gezeigt sind, um 90° in bezug auf das Drehteil aus magnetischem Material 25 gedreht ist. In Fig. 5 entsprechen ein Magnetowiderstandsgesetz 14, Magnetfeldmeßwiderstände (Elemente) 14a, 14b, die im wesentlichen das Magnetowiderstandsgesetz 14 bilden, und eine Brückenschaltung aufzubauen, ein Drehteil aus magnetischem Material 15 als bewegliches Teil aus magnetischem Material, ein Magnet 16 als Magnetfelderzeugungsvorrichtung, und eine Drehwelle 17, dem Magnetowiderstandsgesetz 24, bzw. den Magnetfeldmeßwiderständen 24a, 24b, bzw. dem Drehteil aus magnetischem Material 25, bzw. dem Magneten 26, bzw. der Drehwelle 27.

Das Betriebsprinzip und die Vorteile bei der vorliegenden Ausführungsform sind daher ebenso wie bei der Ausführungsform 1; aus diesem Grund erfolgt hier keine erneute Beschreibung.

Ausführungsform 3

Fig. 6 zeigt schematisch den Aufbau eines Magnetfelddetektors gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung.

Bei den Ausführungsformen 1 und 2 wird der Magnet in der Richtung gegenüberliegend dem Drehteil aus magnetischem Material magnetisiert, wogegen bei der Ausfüh-

rungsform 3 der Magnet in der Richtung vertikal zur Richtung des Gegenüberliegens in bezug in das Drehteil aus magnetischem Material magnetisiert ist, so wie in einer Richtung vertikal zur magnetisch empfindlichen Oberfläche des Magnetfeldmeßgerätes.

Fig. 6A entspricht grundsätzlich der Fig. 1, in der die Ausführungsform 1 dargestellt ist, und Fig. 6b entspricht grundsätzlich der Fig. 4, welche die Ausführungsform 2 zeigt. Daher sind in den Fig. 6a und 6b entsprechende Bauteile wie in Fig. 4 mit gleichen oder entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet.

Auch der Aufbau des Magnetfelddetektors gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist im wesentlichen ebenso wie bei den Ausführungsformen 1 und 2 mit Ausnahme der Tatsache, daß der Magnet 26 (oder 16) in der Richtung vertikal zur Richtung des Gegenüberliegens in bezug auf das Drehteil aus magnetischem Material 25 (oder 14) magnetisiert ist, und in der Richtung vertikal zur magnetisch empfindlichen Oberfläche des Magnetowiderstandsgerätes 24 (oder 14).

Die Ausbildung der Verarbeitungsschaltung, das Grundprinzip der Arbeitsweise, und die Vorteile bei der vorliegenden Ausführungsform sind ebenso wie bei der Ausführungsform 1; daher erfolgt hier keine erneute Beschreibung.

Ausführungsform 4

Bei der Ausführungsform 4 wird ein sogenanntes Riesenmagnetowiderstandsgerät (nachstehend als GMR-Gerät bezeichnet) als das Magnetowiderstandsgerät verwendet. Zuerst wird nachstehend ein Magnetowiderstandsmuster des GMR-Gerätes beschrieben.

Ein GMR-Gerät ist ein sogenannter Kunstgitterfilm, also ein Laminat, welches durch abwechselnde Ausbildung einer magnetischen Schicht und einer unmagnetischen Schicht mit Dicken von einigen Angström bis zu einigen 10 Angström aufeinander hergestellt wird, wie beschrieben in "Magnetoresistance Effect of Artificial Lattice", Journal of the Applied Magnetism Society of Japan, Vol. 15, Nr. 51991, Seiten 813–821. Derartige bekannte Kunstgitterfilme werden durch $(Fe/Cr)_n$, (Permalloy/Cu/Co/Cu)_n, und $(Co/Cu)_n$ dargestellt (wobei n die Anzahl an Schichtfilmen angibt). Das GMR-Gerät zeigt einen erheblich größeren Magnetowiderstandseffekt (MR-Effekt oder MR-Änderungsrate) als ein übliches Magnetowiderstandsgerät (welches nachstehend als MR-Gerät bezeichnet wird) und der entwickelte MR-Effekt hängt nur von dem Relativwinkel zwischen den Magnetisierungsrichtungen benachbarter magnetischer Schichten ab. Das GMR-Gerät stellt daher ein magnetisch in der Ebene empfindliches Gerät dar, welches dieselben Widerstandsänderungen unabhängig von irgendeinem Winkelunterschied in der Richtung eines externen Magnetfeldes in Bezug auf einen Strom erzeugt. Das GMR-Gerät kann auch eine Anisotropie zeigen, wenn das Magnetowiderstandsmuster mit geringer Breite ausgebildet wird.

Ein weiteres Merkmal des GMR-Gerätes besteht darin, daß es in bezug auf Widerstandsänderungen, die durch Änderungen des angelegten Magnetfeldes hervorgerufen werden, eine Hysterese aufweist, und eine Temperaturabhängigkeit aufweist, insbesondere einen hohen Temperaturkoeffizienten.

Fig. 7 zeigt typische Widerstandsänderungen (nachstehend als MR-Charakteristik bezeichnet) des GMR-Gerätes in Abhängigkeit vom angelegten Magnetfeld.

Der Aufbau des Detektors und die Ausbildung der Verarbeitungsschaltung bei der vorliegenden Ausführungsform sind im wesentlichen ebenso wie bei der Ausführungsform 1 oder 2, daher erfolgt hier keine erneute Beschreibung. Nach-

stehend werden der Aufbau und die vorteilhaften Auswirkungen eines Magnetowiderstandsmusters geschildert, welches auf dem GMR-Gerät vorgesehen ist.

Die Fig. 8 und 9 zeigen zwei Arten von Magnetowiderstandsmustern, die jeweils eine Breite von etwa 10 µm aufweisen.

Das in Fig. 8 dargestellte Magnetowiderstandsmuster ist so ausgebildet, daß es in Vertikalrichtung zur Richtung des Gegenüberliegens des Magneten 26 in bezug auf das Drehteil aus magnetischem Material 25 verläuft, wogegen das in Fig. 9 gezeigte Magnetowiderstandsmuster so verläuft, daß es sich in Richtung des Gegenüberliegens des Magneten 25 in bezug auf das Drehteil aus magnetischem Material 25 erstreckt.

Das auf diese Muster einwirkende Magnetfeld ändert sich bei unterschiedlichen Richtungen. Das Muster, welches in der Richtung des Gegenüberliegens verläuft, erfährt Änderungen des angelegten Magnetfelds parallel zum Muster. Das Muster, welches in Vertikalrichtung verläuft, erfährt Änderungen des angelegten Magnetfelds vertikal zum Muster.

Üblicherweise auftretende Änderungen bei dem angelegten Magnetfeld liegen beispielsweise im Bereich von 8 kA/m bis 16 kA/m (-16 kA/m bis -8 kA/m), bei der MR-Charakteristik des in Fig. 7 gezeigten GMR-Gerätes, bei welchem eine maximale Widerstandsänderungsrate vorhanden ist.

Die Fig. 10 und 11 zeigen Widerstandsänderungen bei dem voranstehend angegebenen Bereich der Änderungen des angelegten Magnetfeldes, abhängig von den beiden Arten der Magnetowiderstandsmuster. Wie aus den Diagrammen der Fig. 10 und 11 hervorgeht, ändert sich der Widerstandswert in unterschiedlichen Bereichen in Abhängigkeit von den Mustern. Wenn das Magnetowiderstandsmuster verwendet wird, welches so ausgebildet ist, daß es in der Richtung des Gegenüberliegens des Magneten 26 in Bezug auf das Drehteil aus magnetischem Material 25 verläuft, wie dies in Fig. 9 gezeigt ist, so erhält man größere Widerstandsänderungen des GMR-Geräts.

Fig. 12 zeigt die MR-Charakteristik, die sich ergibt, wenn ein Magnetfeld von ± 80 kA/m an die voranstehend geschilderten 2 Arten von Magnetowiderstandsmustern angelegt wird. Auffällig ist das Vorliegen einer Hysterese bei jeder MR-Charakteristik. Wie aus dem Diagramm von Fig. 12 hervorgeht, weist das in der Richtung des Gegenüberliegens verlaufende Muster eine kleinere Hysterese auf als jenes, welches in Vertikalrichtung verläuft. Daraus wird deutlich, daß bei einem Betrieb des Magnetfelddetektors bei einem angelegten Magnetfeld von 8 kA/m bis 16 kA/m (-16 kA/m bis -8 kA/m) das Muster in Vertikalrichtung eine kleinere Verschiebung des Arbeitspunkts infolge eines magnetischen Störfeldes zeigt, als das in der Richtung des Gegenüberliegens verlaufende Muster, wie dies in Fig. 13 gezeigt ist.

Wenn anders ausgedrückt ein magnetisches Störfeld nicht berücksichtigt werden muß, so ist das in Richtung des Gegenüberliegens verlaufende Muster vorteilhafter, und wenn ein magnetisches Störfeld berücksichtigt werden muß, so ist das Muster in Vertikalrichtung vorteilhafter.

Wenn bei der vorliegenden Ausführungsform wie voranstehend geschildert ein GMR-Gerät verwendet wird, und je nach Fall ein Magnetowiderstandsmuster aufgebaut wird, abhängig von der Umgebung, in welcher der Magnetfelddetektor angebracht werden soll, so kann das Signal/Rauschverhältnis verbessert werden, und kann ein Signal entsprechend den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitten des Drehteils aus magnetischem Material mit höherer Genauigkeit erhalten werden.

Selbstverständlich lassen sich entsprechende Vorteile

auch mit einer entsprechenden Verarbeitungsschaltungsausbildung und Magnetschaltungsausbildung erreichen, wenn die vorliegende Erfindung bei einem Linearverschiebungsdetektor eingesetzt wird, bei welchem das Drehteil aus magnetischem Material, welches bei jeder der voranstehend geschilderten Ausführungsformen verwendet wird, durch einen magnetischen Körper ersetzt ist, der abwechselnd vorspringende und zurückspringende Abschnitte aufweist, und in Linearrichtung verschoben wird.

5

Patentansprüche

10

1. Magnetfelddetektor, welcher aufweist:
eine Magnetfelderzeugungsvorrichtung (26) zur Erzeugung eines Magnetfeldes,
ein bewegliches Teil (25) aus magnetischem Material, welches in einem vorbestimmten Spaltabstand in bezug auf die Magnetfelderzeugungsvorrichtung angeordnet ist, und abwechselnd vorspringende und zurückspringende Abschnitte aufweist, durch welche das Magnetfeld geändert wird, das von der Magnetfelderzeugungsvorrichtung erzeugt wird, und
ein Magnetfeldmeßgerät (24), welches mehrere Magnetfeldmeßelemente (24a, 24b) zur Feststellung von Änderungen des Magnetfeldes infolge der Bewegung des beweglichen Teils aus magnetischem Material aufweist,
wobei der magnetische Fluß die mehreren Magnetfeldmeßelemente in einem ersten vorbestimmten Winkel kreuzt, wenn der zurückspringende Abschnitt des beweglichen Teils aus magnetischem Material dem Magnetfeldmeßgerät gegenüber liegt, der magnetische Fluß die mehreren Magnetfeldmeßelemente in einem zweiten vorbestimmten Winkel kreuzt, wenn der vorspringende Abschnitt des beweglichen Teils aus magnetischem Material dem Magnetfeldmeßgerät gegenüber liegt, und der erste und zweite vorbestimmte Winkel symmetrisch in bezug auf eine Richtung vertikal zu einer Ebene verlaufen, in welcher die mehreren Magnetfeldmeßelemente angeordnet sind. 30
2. Magnetfelddetektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetfelderzeugungsvorrichtung (26), die gegenüberliegend den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitten des beweglichen Teils (25) aus magnetischem Material angeordnet ist, in der Richtung des Gegenüberliegends magnetisiert ist, und daß das Magnetfeldmeßgerät (24) so angeordnet ist, daß es in Richtung parallel zur Richtung des Gegenüberliegends liegt. 40
3. Magnetfelddetektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetfelderzeugungsvorrichtung (26), die gegenüberliegend den abwechselnd vorspringenden und zurückspringenden Abschnitten des beweglichen Teils (25) aus magnetischem Material angeordnet ist, vertikal zu der Richtung des Gegenüberliegends magnetisiert ist, und daß das Magnetfeldmeßgerät (24) so angeordnet ist, daß es in der Richtung parallel zur Richtung des Gegenüberliegends liegt. 50
4. Magnetfelddetektor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Teilungsabstandszentrum der mehreren Magnetfeldmeßelemente (24a, 24b) des Magnetfeldmeßgerätes im wesentlichen zu jenem Ende der Magnetfelderzeugungsvorrichtung (26) ausgerichtet ist, welches näher an dem beweglichen Teil (25) aus magnetischem Material liegt. 60
5. Magnetfelddetektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein GMR-Gerät (Riesenmagnetowiderstandsgerät) als das Magnetfeldmeßgerät (24) ver-

10

wendet wird.

6. Magnetfelddetektor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Magnetowiderstandsmuster des Magnetfeldmeßgerätes (24) so ausgebildet ist, daß es vertikal zur Richtung des Gegenüberliegends der Magnetfelderzeugungsvorrichtung (26) in Bezug auf das bewegliche Teil (25) aus magnetischem Material verläuft.

7. Magnetfelddetektor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Magnetowiderstandsmuster des Magnetfeldmeßgerätes (24) so ausgebildet ist, daß es in der Richtung des Gegenüberliegends der Magnetfelderzeugungsvorrichtung (26) in bezug auf das bewegliche Teil aus magnetischem Material (25) verläuft.

8. Magnetfelddetektor nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß das bewegliche Teil aus magnetischem Material ein Drehteil (25) aus magnetischem Material ist, welches sich synchron mit einer Drehwelle (27) dreht.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

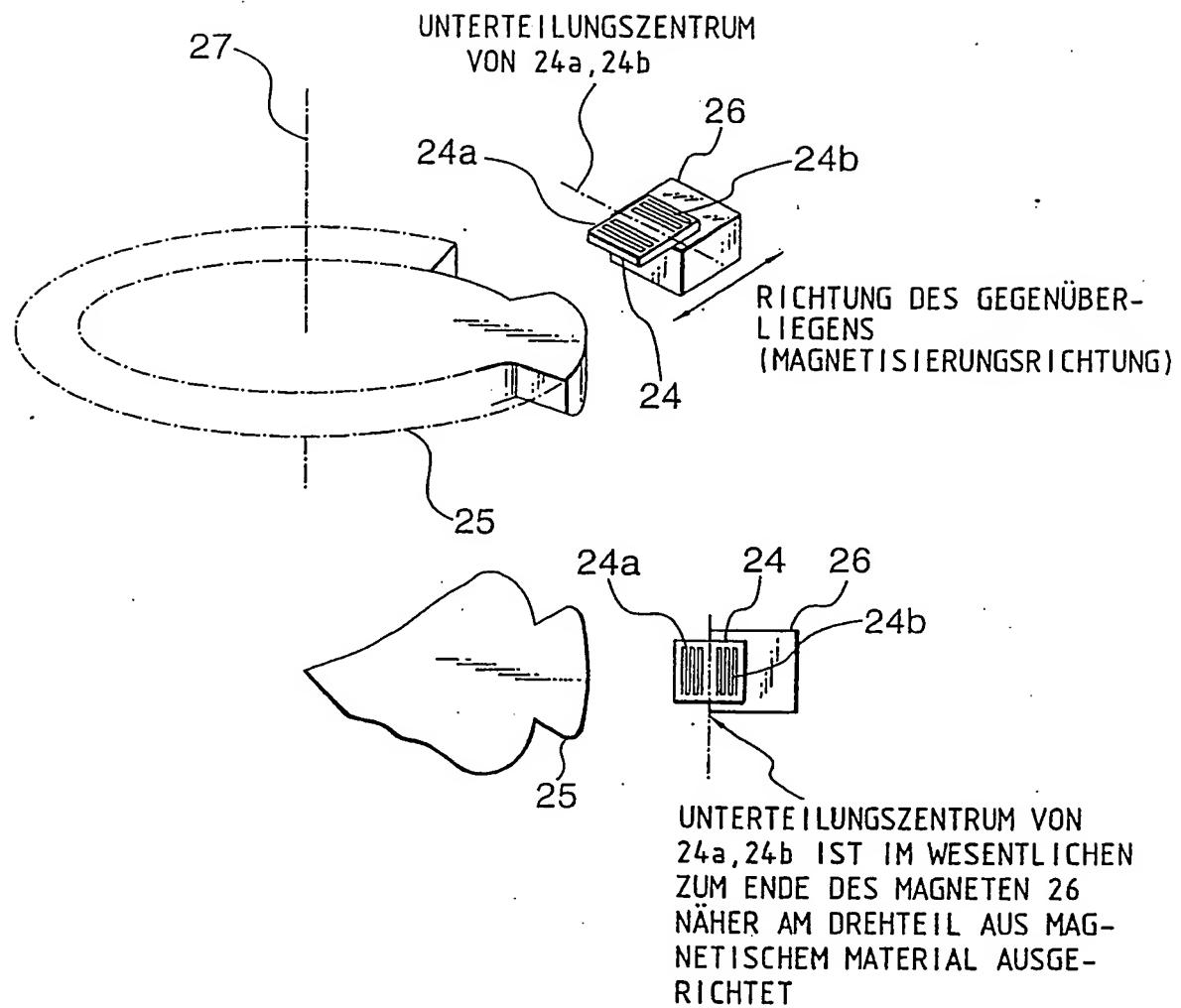


FIG. 2

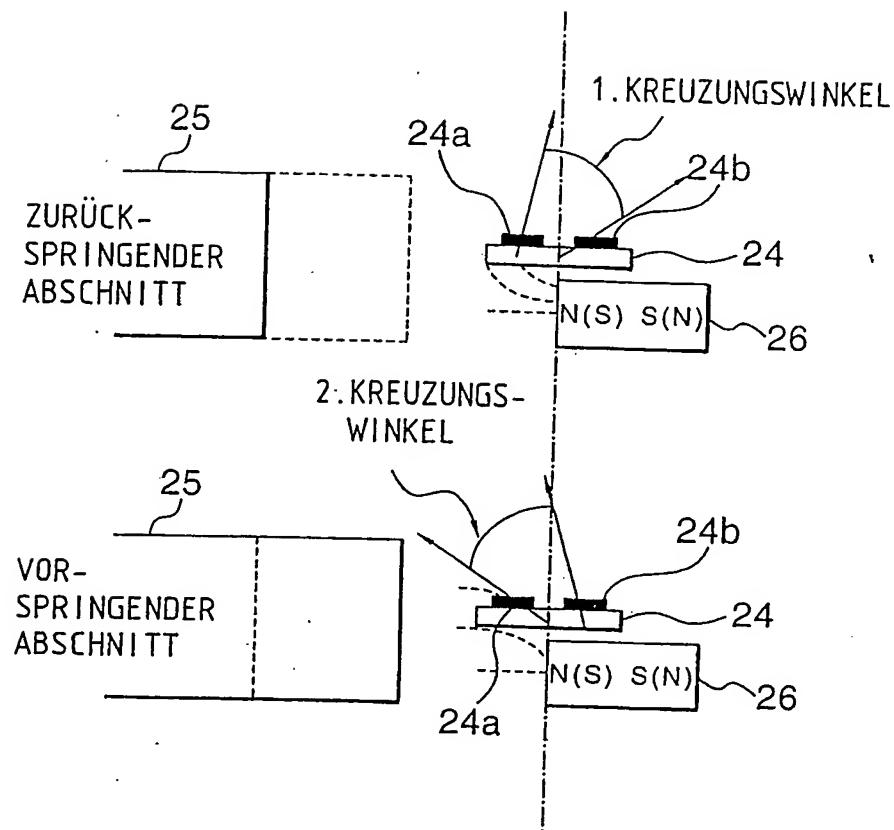
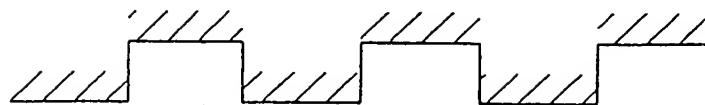
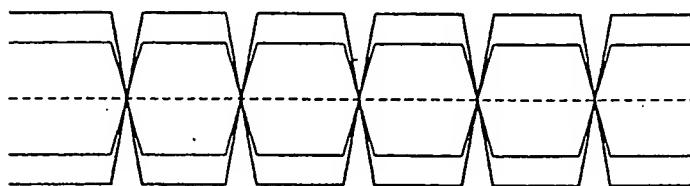
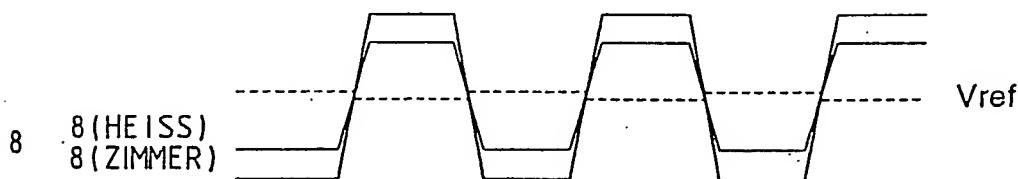
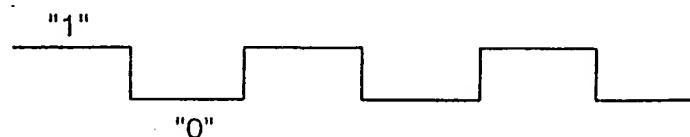


FIG. 3

25
(15)24a R(ZIMMER)
(14a) R(HEISS)24b R(HEISS)
(14b) R(ZIMMER)

8

8(HEISS)
8(ZIMMER)

9

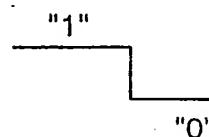


FIG. 4

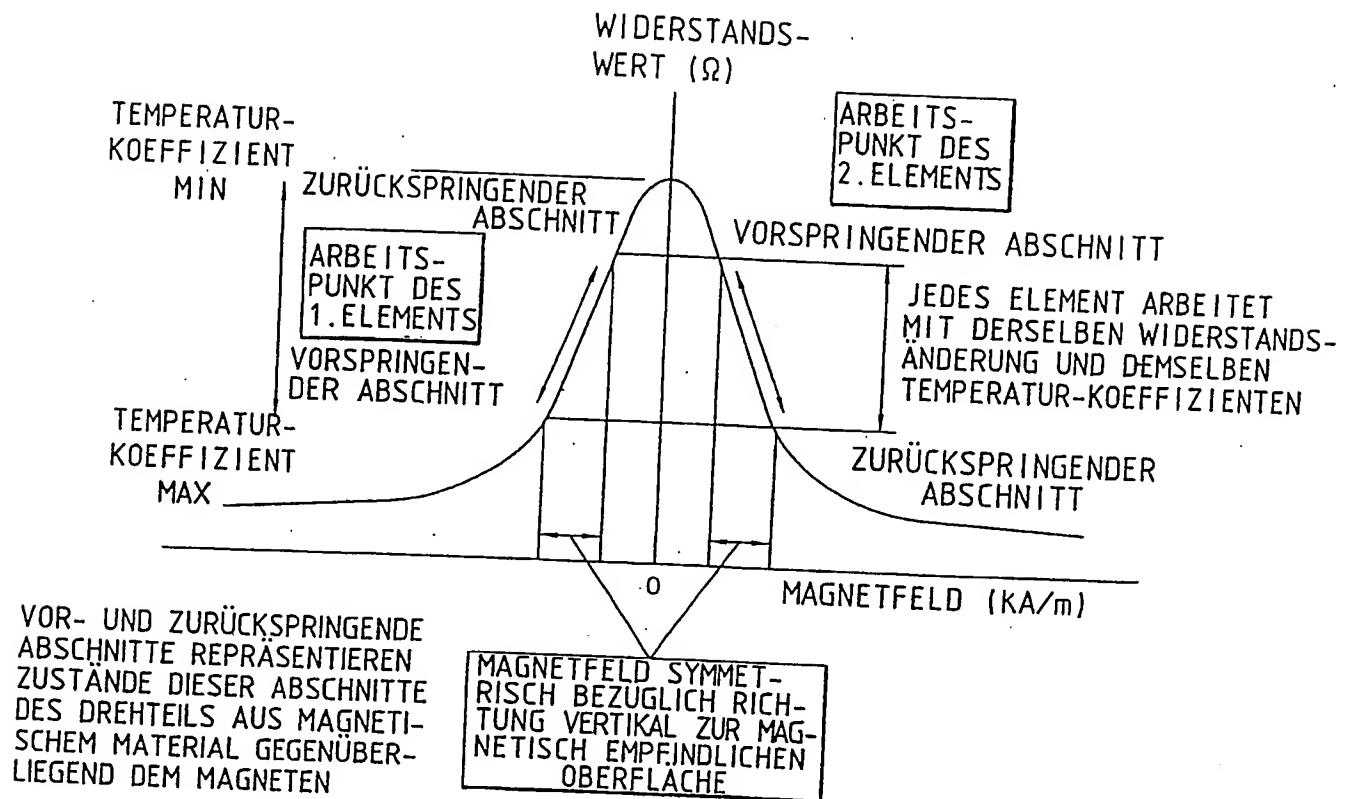


FIG. 5

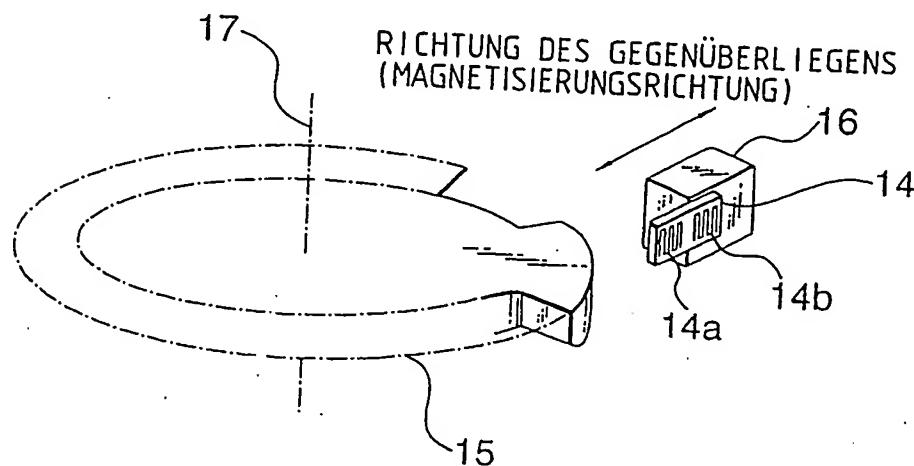


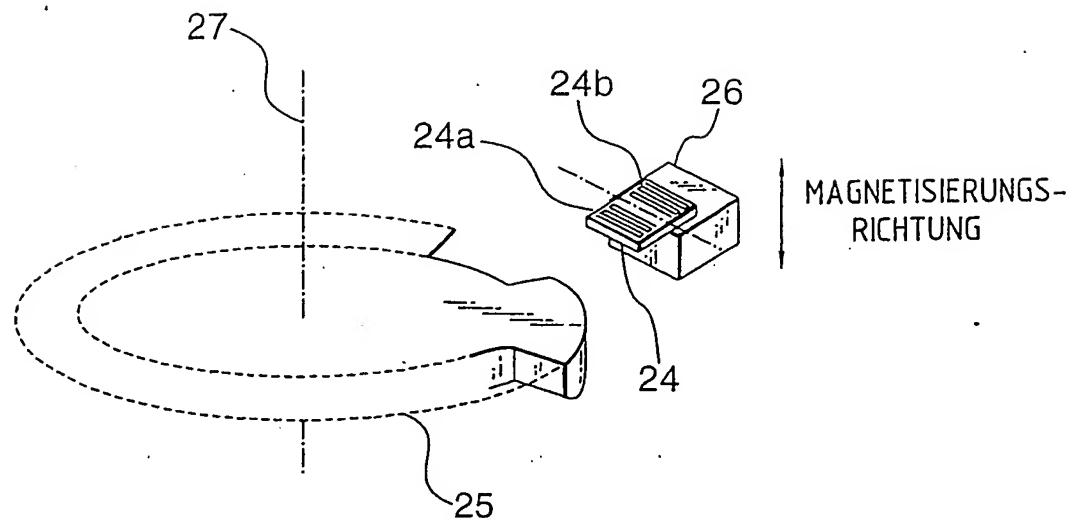
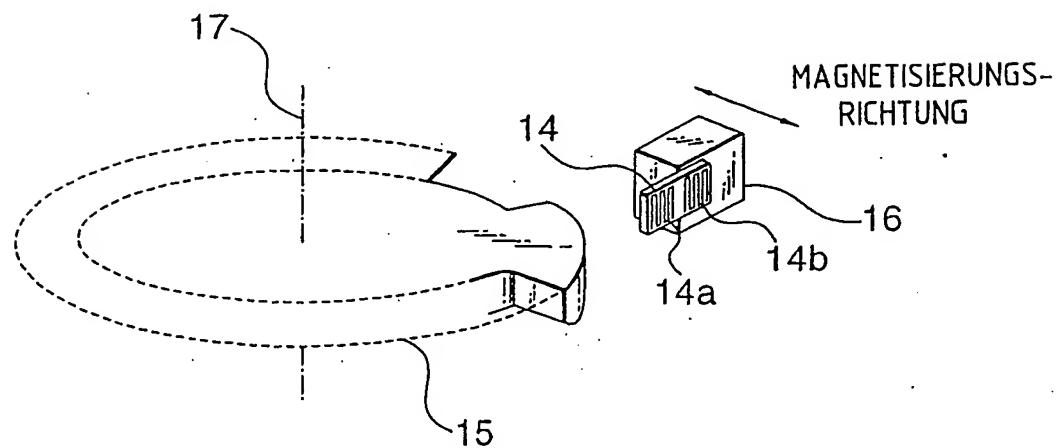
FIG. 6A**FIG. 6B**

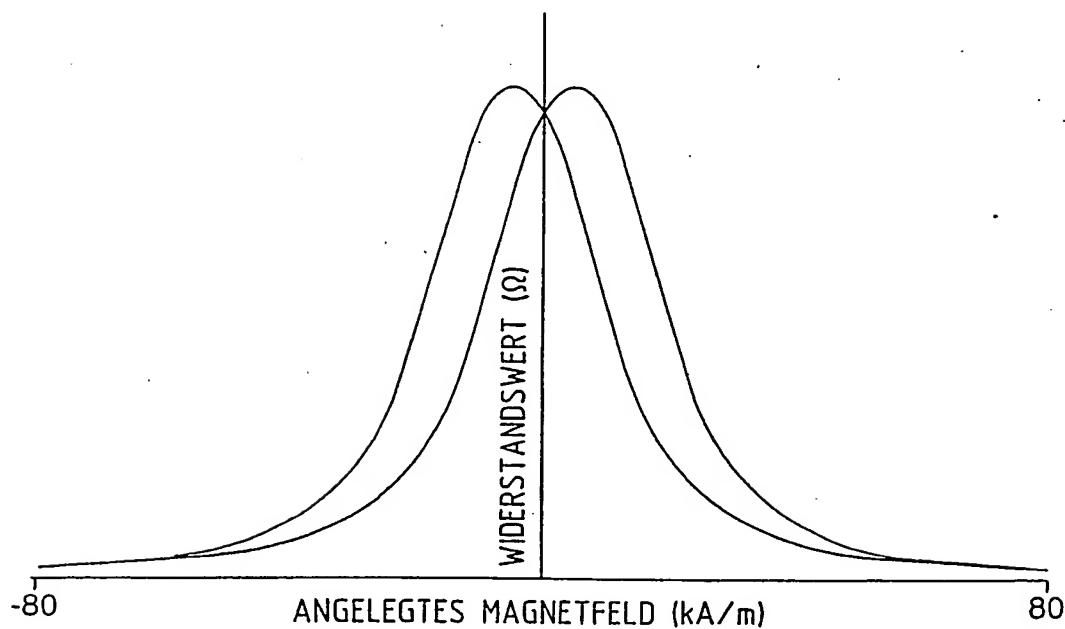
FIG. 7CHARAKTERISTIK DER
MR-SCHLEIFE

FIG. 8

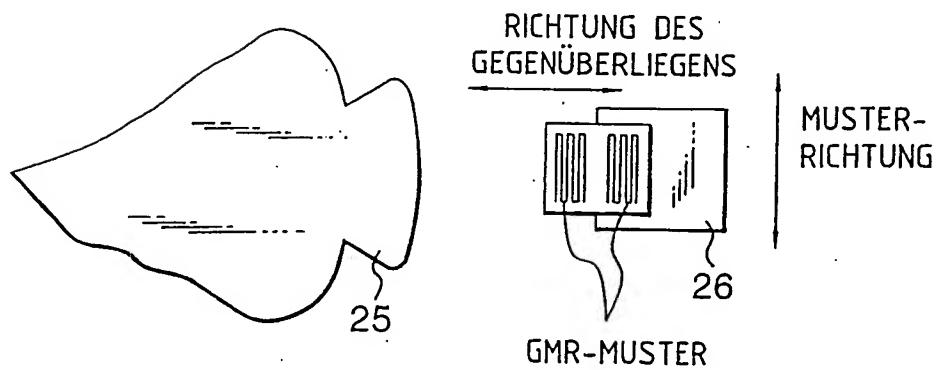
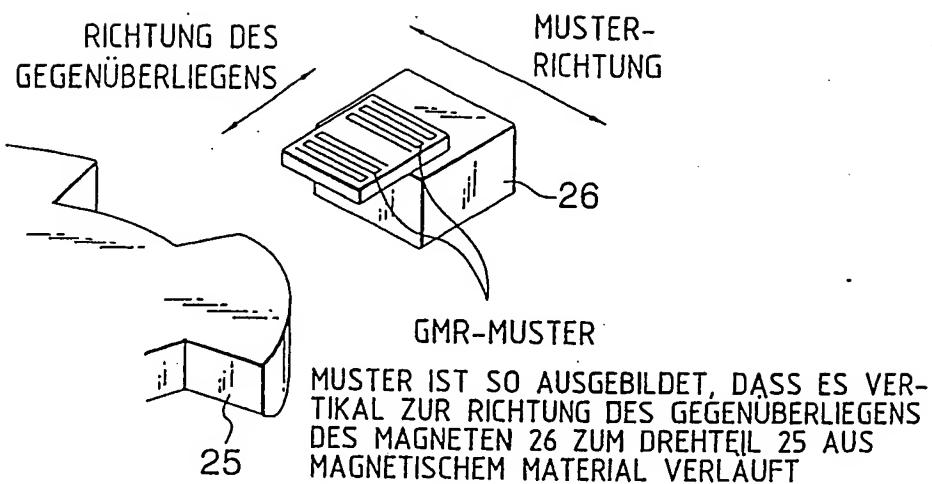
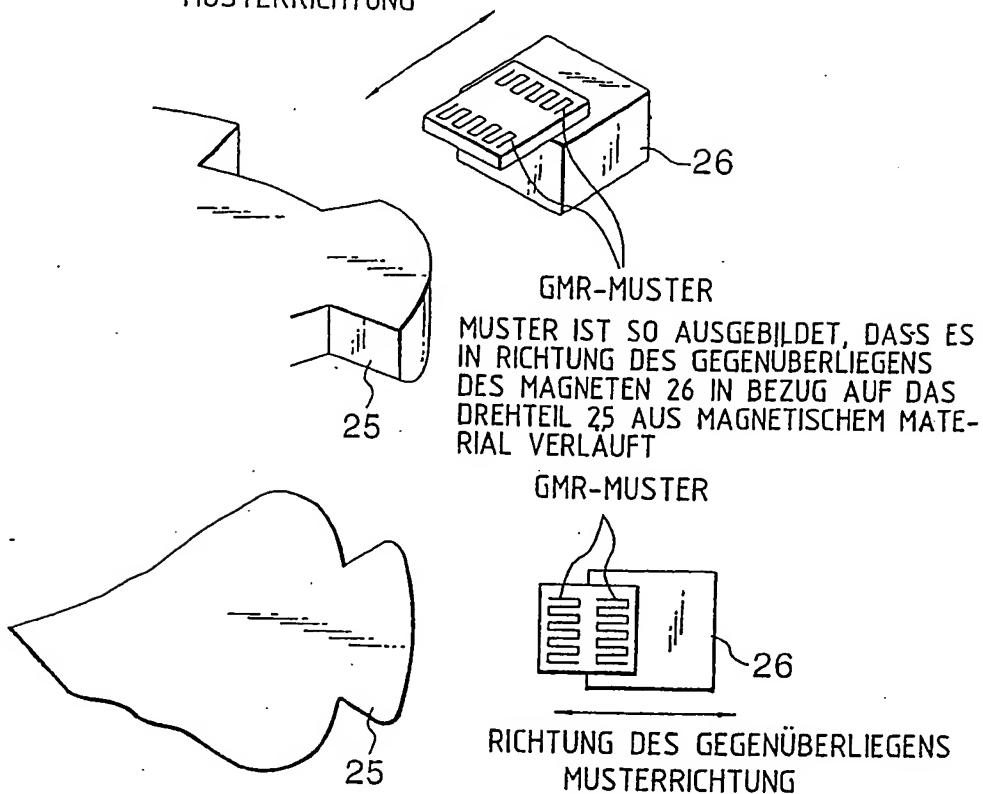


FIG. 9

RICHTUNG DES GEGENÜBERLIEGENS
MUSTERRICHTUNG

**FIG. 10**

VERTIKALRICHTUNGSMUSTER

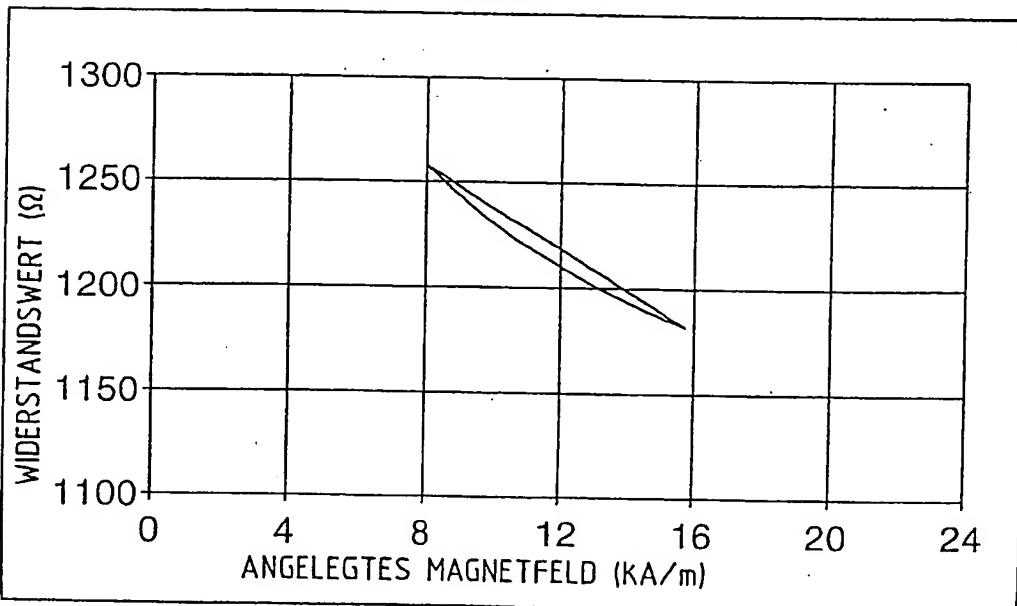


FIG. 11

MUSTER IN RICHTUNG DES GEGENÜBERLIEGENS

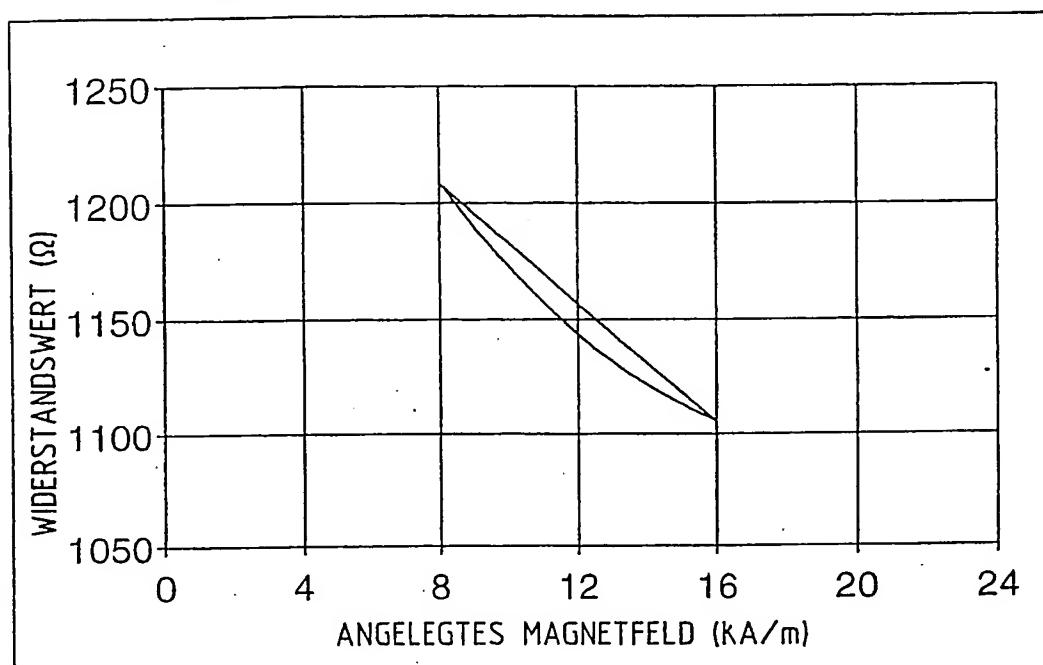
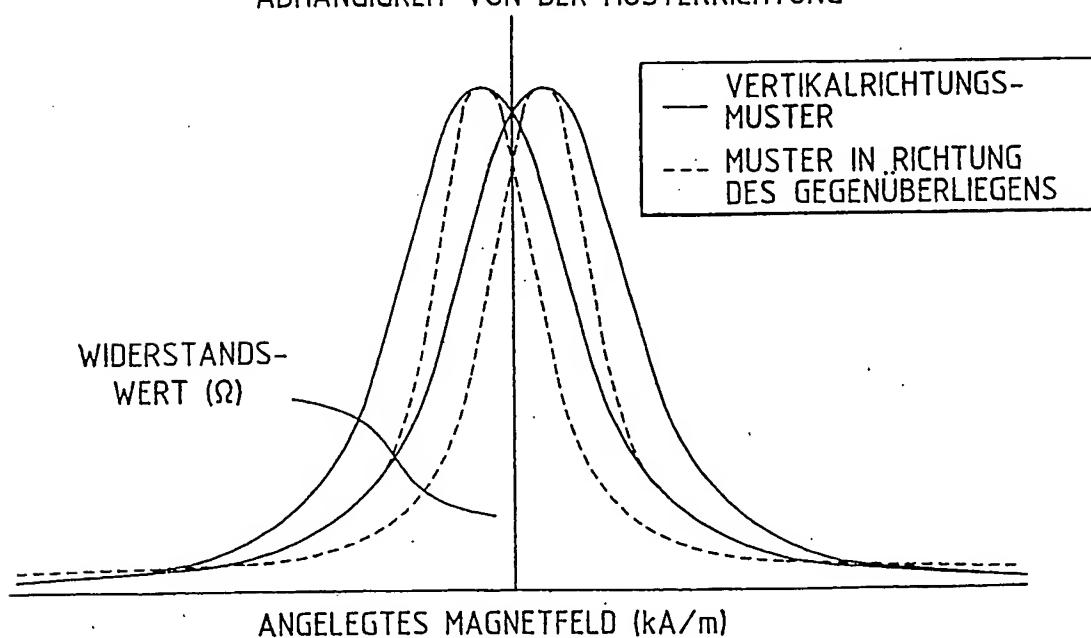
**FIG. 12**CHARAKTERISTIK DER MR-SCHLEIFE IN
ABHÄNGIGKEIT VON DER MUSTERRICHTUNG

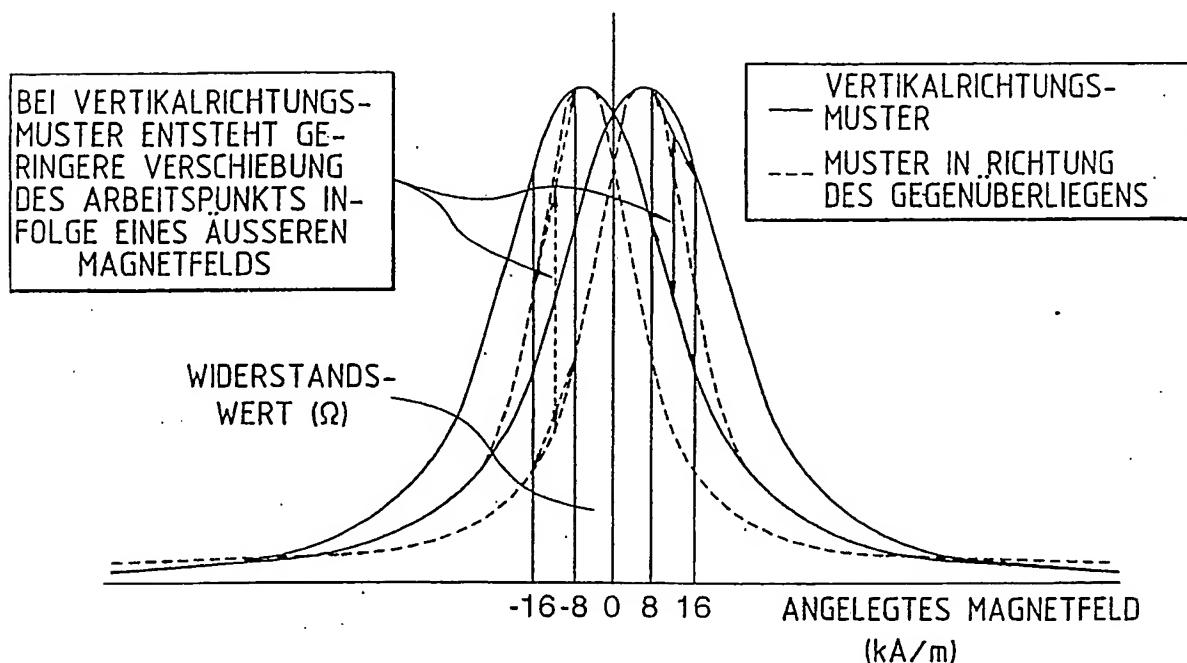
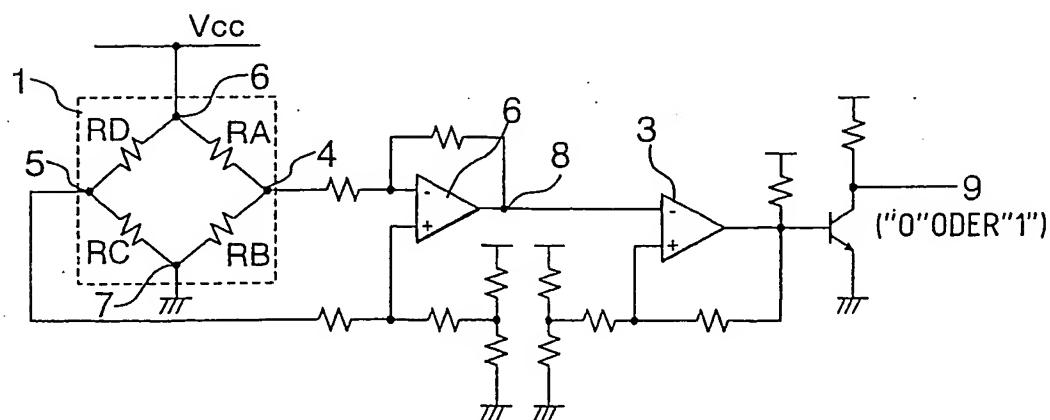
FIG. 13CHARAKTERISTIK DER MR-SCHLEIFE IN
ABHÄNGIGKEIT VON DER MUSTERRICHTUNG**FIG. 14**

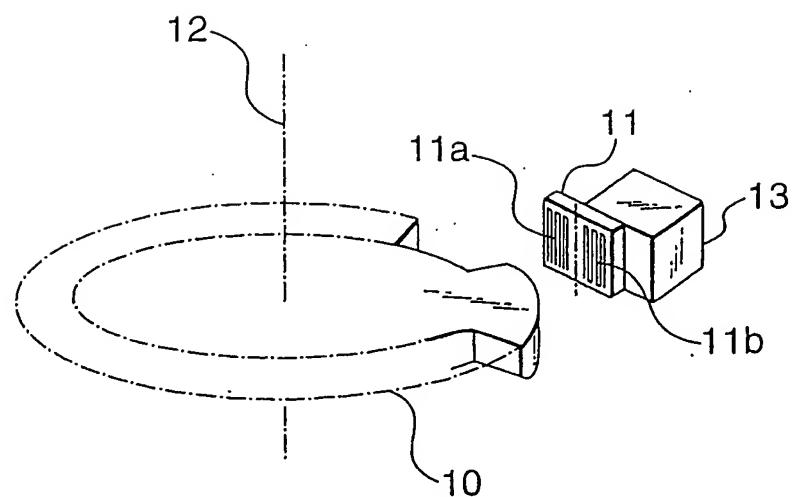
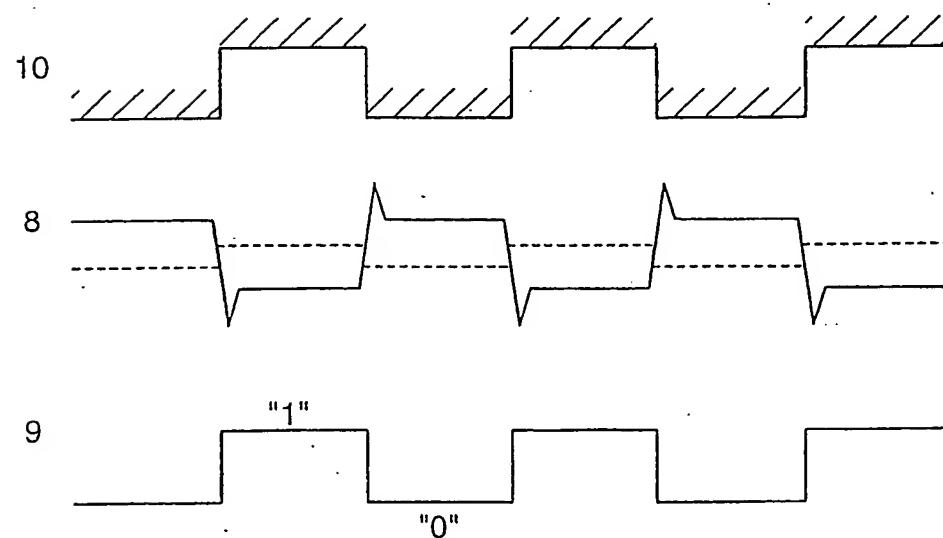
FIG. 15**FIG. 16**

FIG. 17